

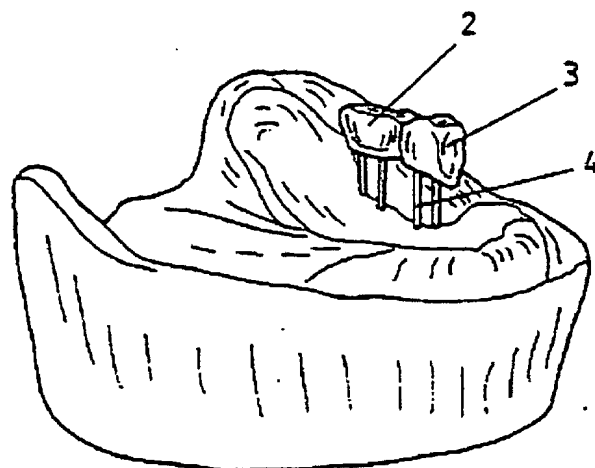
Manufacture of dental prostheses

Patent number: DE19532171
Publication date: 1997-03-13
Inventor: SLAVICEK RUDOLF PROF DR (AT)
Applicant: AMANN DIETMAR (AT); GAMMA MED
WISSENSCHAFTLICHE FO (AT)
Classification:
- **international:** A61C13/00; A61C13/10; A61C13/34; A61C19/04
- **european:** A61C13/00C1
Application number: DE19951032171 19950831
Priority number(s): DE19951032171 19950831

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19532171

The method for manufacturing dental prostheses takes into account the anatomical variations of different patient's teeth and mouths. Data concerning the inclination of the jaw joint and the movement of the lower jaw are collected and converted into electronic impulses. A mould of the upper and lower jaws is then used together with its own software for further development work. Together with a personal computer based module the optimum positioning of the teeth (2,3) within the prosthesis is determined. The computer emits data as X,Y,Z coordinates. A duplicate model is prepared using a numerically controlled machine. The teeth are drilled with pins (4) which fix them in position.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE RI ANK "HOTO"



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 32 171 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
A 61 C 13/00
A 61 C 13/10
A 61 C 13/34
A 61 C 19/04

DE 195 32 171 A 1

21 Aktenzeichen: 195 32 171.5
22 Anmeldetag: 31. 8. 95
43 Offenlegungstag: 13. 3. 97

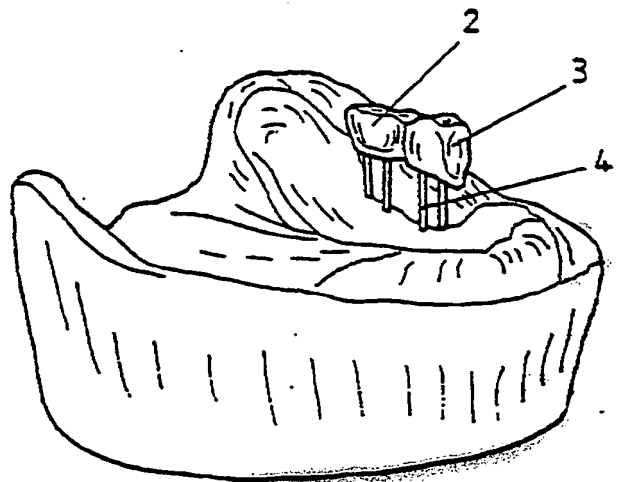
71 Anmelder:
Amann, Dietmar, Koblach, AT; Gamma med.
wissenschaftliche Fortbildungs-Ges.m.b.H.,
Klosterneuburg, AT
74 Vertreter:
Ackmann und Kollegen, 80469 München

72 Erfinder:
Slavicek, Rudolf, Prof. Dr., Wien, AT
56 Entgegenhaltungen:
DE 40 25 728 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung von Zahnprothesen

57 Bei einem Verfahren zur Herstellung von Zahnprothesen unter Berücksichtigung der anatomischen Gegebenheiten des Patienten werden die Daten der Neigung der Kiefergelenkbahn und der Bewegung des Unterkiefers des Patienten abgetastet, erfaßt und in elektronische Impulse umgesetzt. Ferner wird ein Unter- und ein Oberkiefermodell abgetastet und die ermittelten Daten werden für die weitere Verarbeitung aufbereitet werden. In einem Softwaremodul wird anhand eines Rechenmoduls die "optimale" Stellung der Zähne in der Zahnprothese ermittelt und diese Daten als X-, Y- und Z-Daten ausgegeben. Mittels einer numerisch gesteuerten Bearbeitungs- und/oder Montagevorrichtung werden das Unter- und/oder Oberkiefermodell (1) und die Zähne (2, 3) in eine optimale gegenseitige Stellung gebracht und miteinander verbunden. Als numerisch gesteuerte Bearbeitungsvorrichtung ist ein Bohrautomat eingesetzt, in welchem das Unter- oder Oberkiefermodell (1) und gegebenenfalls auch die Zähne (2, 3) befestigt werden, wobei sowohl in dem Kiefermodell (1) als auch in den Zähnen (2, 3) Bohrlöcher zur Aufnahme von Stiften (4) hergestellt werden.



DE 195 32 171 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 97 602 071/13

9/27

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Zahnprothesen unter Berücksichtigung der anatomischen Gegebenheiten des Patienten.

Beim heutigen Stand der Technik geht die Herstellung eines Zahnersatzes etwa wie im Folgenden dargestellt vor sich: Wenn ein Patient seine natürlichen Zähne verloren hat, wird eine Vollprothese aus Kunststoff als Ersatz angefertigt. Dabei nimmt der Zahnarzt einen Abdruck vom zahnlosen Oberkiefer und auch vom Unterkiefer. Diese Abdrücke dienen im Zahnlabor als Basis für je ein Gipsmodell der beiden Kieferkämme. Auf einem solchen Modell werden nunmehr die fertigen Kunststoffzähne aufgestellt und mit Wachs befestigt. Nach einer Einprobe im Mund des Patienten wird die Prothese in eine zweiteilige Form mit Gips eingebettet. Anschließend wird das Wachs ausgespült und durch einen Kunststoff ersetzt, welcher die Zähne nunmehr dauerhaft in ihrer Position hält.

Die Art und Weise, wie die Zähne in der Prothese stehen bzw. die Position der Zahnreihen zueinander während des Kauvorganges ist von entscheidender Bedeutung für die Funktion des Gebisses wie auch für die Gesundheit und Funktionsfähigkeit des Kiefers: das menschliche Kiefergelenk ist nicht, wie es den Anschein macht, ein Scharniergelenk, welches auf- und zuklappt. Der Unterkiefer ist nicht fix mit dem Kopf verbunden, sondern wird durch Muskeln gegen eine Gelenksbahn gedrückt. Beim Kauen vollzieht nun der Unterkiefer mit dem Gelenkskopf eine genau definierte Bahn, so daß die Zähne nicht aufeinanderschlagen, sondern vielmehr übereinanderreiben. Eine Abweichung von der optimalen Zahnstellung bzw. eine fehlerhafte Zahnprothese können nicht nur eine rasche Zerstörung des Zahnersatzes, sondern auch eine irreversible Schädigung des Kiefergelenkes nach sich ziehen.

Die "optimalen" Anordnung der Zähne in einem künstlichen Gebiß ist von mehreren Faktoren abhängig. Einerseits ist dies der Informationsstand und das Können des Zahnarztes, welcher die Abdrucknahme, die Bißregistrierung, die Einprobe und die Eingliederung vornimmt, wobei natürlich auch eine Abhängigkeit von der Gültigkeit der wissenschaftlichen Theorie gegeben ist, wie die Zähne aufzustellen sind, oder aber von den neuesten medizinischen Erkenntnissen und deren Anwendung. Andererseits kommt es wesentlich auf den Informationsstand des Zahntechnikers an, welcher die Prothese fertigt, wobei ein Faktor die Erfahrung des Zahntechnikers ist, welcher nicht nach System, sondern nach Erfahrungswerten arbeitet, und natürlich sein handwerkliches Geschick, da er die theoretischen Kenntnisse in ein funktionsfähiges Produkt umsetzen muß, oder wie gut er bereits bekannte Methoden zur Aufstellung der Zähne in die Praxis umsetzt, ohne persönliche Präferenzen zu integrieren.

Alle diese Einflußparameter bilden Risikofaktoren, welche jeder für sich und um so mehr in Kombination mehrerer das Ergebnis negativ beeinflussen können. Fachleute schätzen, daß 60% bis 70% der heute angefertigten Prothesen nach dem neuesten Stand der Wissenschaft als "falsch" einzustufen sind.

Die vorliegende Erfindung hat sich daher zur Aufgabe gestellt, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welchem Fehlerquellen bei der Herstellung von Zahnprothesen praktisch vollständig ausgeschaltet werden können.

Erfindungsgemäß wird zur Lösung dieser Aufgabe

vorgeschlagen, daß die Daten der Neigung der Kiefergelenkbahn und der Bewegung des Unterkiefers des Patienten abgetastet oder ausgemessen und erfaßt sowie in elektronische Impulse umgesetzt werden, daß ein Unter- und ein Oberkiefermodell abgetastet oder ausgemessen und mittels einer zugehörigen Software die ermittelten Daten für die weitere Verarbeitung aufbereitet werden, daß anschließend in einem PC-gestützten Softwaremodul anhand eines Rechenmoduls die "optimale" Stellung der Zähne in der Zahnprothese ermittelt und diese Daten als X-, Y- und Z-Daten ausgegeben werden, und daß dann mittels einer numerisch gesteuerten Bearbeitungs- und/oder Montagevorrichtung und/oder Zuführanordnung das Unterund/oder Oberkiefermodell, ein Duplikatmodell, eine Montageplatte od. dgl. und/oder die Zähne in eine optimale gegenseitige Stellung gebracht und die Zähne miteinander und/oder die Zähne mit dem Unter- und/oder Oberkiefermodell, dem Duplikatmodell, der Montageplatte od. dgl. verbunden werden oder für eine folgende exakte Montage der Zähne am Unter- und/oder Oberkiefermodell vorbearbeitet werden.

Durch die exakte elektronische Abnahme von Kieferkammverlauf, Kieferbewegung und Kieferrelation zueinander kann insgesamt die Festlegung einer Ausgangsposition vereinfacht und standardisiert werden. Das Rechenmodell, welches die "optimale" Position und Ausrichtung der Zähne ermittelt, soll den modernsten Stand der Zahnmedizin und vor allem die Möglichkeit bieten, die jeweils neuesten Erkenntnisse der Wissenschaft in Form von Software-Updates in den Produktionsprozeß einfließen zu lassen. Durch die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte ergibt sich die Möglichkeit, die wissenschaftlichen Werte und Bedingungen und die tatsächlich durch Abmessen bzw. Abtasten festgehaltenen Werte gleich in eine Bearbeitungs- und/oder Montageeinrichtung und/oder Zuführanordnung einfließen zu lassen, so daß die Zahnprothesen in immer gleichbleibender Qualität, also in optimaler Anpassung an den einzelnen Patienten, herstellbar sind. Das erfindungsgemäße Verfahren bringt auch deutliche Rationalisierungsfortschritte bei der Herstellung von Zahnersatz mit sich. Die Faktoren Qualität und Rationalisierung sowie die Möglichkeit, den Ausschuß im Herstellungsprozeß zu minimalisieren, bewirken insgesamt auch eine Reduktion von Material- und Energieeinsatz.

Eine besonders vorteilhafter Verfahrensablauf ist dann gewährleistet, wenn als Zähne vorerst Modellzähne verwendet und anhand der X-, Y- und Z-Daten in eine für die endgültige Lage gegeneinander ausgerichtete Stellung gebracht und an einem Duplikatmodell, einer Montageplatte od. dgl. befestigt werden, daß anschließend eine Abdruckmasse auf die gesamte Zahnreihe der Modellzähne aufgesetzt und erhärtet wird, daß daraufhin die lagerecht positionierten Modellzähne aus der Abdruckmasse herausgezogen und die endgültigen Originalzähne in die geformte Abdruckmasse eingedrückt werden, worauf dann die Zähne an einer Basisplatte mittels Wachs, Kunststoff od. dgl. fest bzw. vorübergehend fest verbunden werden.

Es ist dadurch eine sowohl im Hinblick auf den Zeitaufwand als auch auf den Maschinenaufwand günstige Lösung geschaffen worden. Es sind dadurch auch nur die Modellzähne entsprechend zu bearbeiten bzw. mit einem Duplikatmodell oder einer Montageplatte fest zu verbinden. Für die Vorbereitung und für die Erstmontage stehend also immer die gleichen Zähne zur Verfügung, so daß Toleranzabweichungen praktisch nicht

vorhanden sind. Vor allem aber müssen die endgültigen Originalzähne nicht für eine Befestigung an einem Duplikatmodell oder einer Montageplatte bearbeitet werden. Die Bearbeitung der Zähne und somit das notwendige Einspannen derselben ist gerade wegen der Toleranzabweichungen bei einer ansonsten immer gleichbleibenden Formgebung stets problematisch.

Weiters wird vorgeschlagen, daß das Unter- und/oder Oberkiefermodell, ein Duplikatmodell, eine Montageplatte od. dgl. und gegebenenfalls die Zähne mittels einer numerisch gesteuerten Bearbeitungsvorrichtung für eine nachfolgende Handmontage vorbearbeitet werden.

Auch bei einer nachfolgenden Handmontage ist die exakte Anordnung der Zähne in der Prothese gewährleistet, da die Zähne nur noch in korrespondierend ausgebildete Bereiche des Kiefermodells eingelegt oder eingeführt werden müssen. Durch die exakte Vorbearbeitung ist die richtige Lage aller Zähne gewährleistet.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht auch eine optimale Ansteuerung einer Bearbeitungsvorrichtung vor, indem nämlich das Unter- und/oder Oberkiefermodell, das Duplikatmodell, eine Montageplatte od. dgl. und gegebenenfalls die Zähne mittels der numerisch gesteuerten Bearbeitungsvorrichtung aufgrund der als X-, Y- und Z-Werte vorliegenden Daten vorbearbeitet werden, um den Ort, die Stellung, die Neigung und die Tiefe der Zähne gegenüber dem Kiefermodell festzulegen. Es ist also stets eine dem jeweiligen Patienten exakt angepaßte Zahnprothese herstellbar.

Nach einem besonderen Verfahrensschritt ist als numerisch gesteuerte Bearbeitungsvorrichtung ein Bohr-automat eingesetzt, in welchem das Unter- oder Oberkiefermodell, ein Duplikatmodell, eine Montageplatte od. dgl. und gegebenenfalls auch die Zähne befestigt werden, wobei sowohl in dem Kiefermodell, dem Duplikatmodell, der Montageplatte od. dgl. und gegebenenfalls auch in den Zähnen Bohrlöcher zur Aufnahme von Stiften hergestellt werden.

Beim Einsatz von Bohrlöchern und Stiften zur ordnungsgemäß ausgerichteten Lagebestimmung der Zähne im Unter- und/oder Oberkiefermodell ergeben sich besondere Vorteile. So ist es möglich, die Zähne in exakter Lage am Kiefermodell zu montieren und gleich in dieser Stellung den Kunststoffteil zu fertigen, da die Lage der Zähne ja der optimalsten Lösung entspricht. Es kann somit die Wachsprobe am Patienten entfallen. Eine solche "Vorablagensicherung", wie sie mit den Bohrlöchern und den Stiften möglich ist, könnte im Rahmen der Erfindung auch auf andere Weise erzielt werden, doch muß auf jeden Fall eine zumindest vorübergehend feste Verbindung zwischen den Kiefermodellen und den Zähnen geschaffen werden.

Eine kostengünstige und Arbeitsaufwand einsparende Variante ergibt sich dann, wenn als Zähne bereits mit Bohrlöchern versehene Modellzähne eingesetzt werden.

In diesem Zusammenhang ist es auch von besonderem Vorteil, daß die Bohrlöcher zumindest in den Kiefermodellen, in den Duplikatmodellen, in den Montageplatten od. dgl. aufgrund der als X-, Y- und Z-Werte vorliegenden Daten in unterschiedlichen Neigungen und mit unterschiedlicher Tiefe hergestellt werden, wobei der Ort, die Stellung, die Neigung und die Tiefe der Bohrlöcher zusammen mit den einzusetzenden Stiften die optimale gegenseitige Stellung der Zähne und eine optimale Stellung gegenüber dem endgültigen Unter- oder Oberkiefermodell bewirken.

Allein durch die Anordnung, Neigung und Tiefe der

Bohrlöcher wird erreicht, daß die Zähne am richtigen Ort in der richtigen Neigung und in der richtigen Tiefe angeordnet sind. Es ist dabei sinnvoll, wenn diese unterschiedlichen Werte allein bei den Bohrlöchern in den Kiefermodellen berücksichtigt werden. Es wäre zwar auch denkbar, die Neigung und die Tiefe der Bohrlöcher an den Zähnen zu bestimmen oder mitzubestimmen, doch ist es aus Herstellungsgründen einfacher, die Zähne in gleichbleibender Weise mit Bohrlöchern und Stiften zu bestücken, wobei dann natürlich diese Anordnung in dem Rechenmodell und somit in den sich auswirkenden X-, Y- und Z-Werten integriert ist.

Die einfachste Anordnung ist dann gegeben, wenn für jeden Zahn bzw. für jeden Modellzahn wenigstens zwei achsparallele Bohrlöcher gefertigt bzw. vorgefertigt und jeweils eine entsprechende Anzahl von Stiften eingesetzt werden. Bei zwei Bohrlöchern und zwei Stiften ist auch bereits die Gewähr gegeben, daß auch die erforderliche Drehlage der Zähne in Bezug auf die Kiefermodelle exakt eingehalten wird.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist es ferner vorteilhaft, daß für die Bearbeitungs- und/oder Montagevorrichtung und/oder die Zuführanordnung eine Steuerungssoftware für fünf Achsen eingesetzt wird, und zwar drei Achsen für die Bearbeitungs- bzw. Montagevorrichtung bzw. für die Zuführanordnung und zwei Achsen für das Kiefermodell, das Duplikatmodell, die Montageplatte od. dgl.

Es ist somit eine exakte Zuordnung zwischen dem Bohrwerkzeug an sich und dem zu bearbeitenden Teil, nämlich dem Unter- oder Oberkiefermodell möglich. Mit dem Bohrwerkzeug kann die erforderliche X-, Y- und Z-Stellung angefahren werden, wogegen die notwendige Neigung der Bohrungen durch entsprechende Achsverstellung der Halterung des Kiefermodells, Duplikatmodells, der Montageplatte od. dgl. erreicht werden kann.

Im Rahmen der Erfindung sind auch weitere Varianten des Verfahrens denkbar. Eine solche Möglichkeit sieht vor, daß die Zähne an ihren einzubettenden Enden mit einem oder mit mehreren, für die Montage bis in die Kiefermodelle, Duplikatmodelle, Montageplatten od. dgl. reichenden Zapfen od. dgl. ausgestattet und an den Kiefermodellen, Duplikatmodellen, Montageplatten od. dgl. die entsprechenden Öffnungen hergestellt werden.

Es müssen also nicht unbedingt Bohrlöcher und Stifte sein, um nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die zumindest vorübergehende Befestigung zwischen den Zähnen und den Kiefermodellen zu bewirken. Es sollen einfach an den Zähnen und an den Kiefermodellen zueinander korrespondierende Vorsprünge, also beispielsweise Zapfen, Stifte, Stege od. dgl. und an den Kiefermodellen dazu korrespondierende Öffnungen, Bohrungen, Nuten od. dgl., vorgesehen werden.

Gemäß einer besonderen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Zähne einzeln oder gesamthaft in einer Montagevorrichtung und/oder Zuführanordnung in ihrer Lage entsprechend den X-, Y- und Z-Daten zugeführt oder gehalten und einzeln oder gesamthaft im freien Raum mit Abstand vom Unter- oder Oberkiefermodell fixiert. Es bedarf bei einem solchen Verfahren keiner vorgängigen Bearbeitung der Zähne oder des Kiefermodells, da die Zähne bis zur endgültigen Fixierung im freien Raum in der richtigen Lage zum Kiefermodell gehalten werden.

In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn zwischen die einzeln oder gesamthaft im freien Raum

mit Abstand vom Unter- und/oder Oberkiefermodell fixierten Zähne und das Kiefermodell eine sicher und vorzugsweise endgültig die Zähne haltende Kunststoffmasse eingebracht wird. Es können dadurch einige Arbeitsgänge eingespart werden, denn die Zähne sind in der optimalen Lage, es bedarf nicht einer vorherigen Wachseinbettung und Anprobe der Prothese, da gleich die Kunststoffmasse für die richtige Prothese eingebracht werden kann und die Zähne somit fixiert werden können, ohne daß es der Stifte, Bohrungen, Zapfen od. dgl. bedarf.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale und besondere Vorteile werden in der nachstehenden Beschreibung anhand der Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Kiefermodell, in welchem über Stifte Zähne positioniert gehalten sind;

Fig. 2 das gleiche Kiefermodell mit einer Darstellung, welche nur die Stifte aufzeigt;

Fig. 3 für die Montage vorbereitete Zähne, in welchen bereits entsprechende Stifte eingesetzt sind;

Fig. 4 eine Bearbeitungseinrichtung zur Herstellung von Bohrlöchern, in welche anschließend die Stifte eingesetzt werden;

Fig. 5 eine anstelle eines Kiefermodells eingesetzte Montageplatte, in welcher Modellzähne fixiert werden;

Fig. 6 einen Schnitt durch die Montageplatte mit den eingesetzten Modellzähnen und einer aufgetragenen Abdruckmasse;

Fig. 7 einen Schnitt durch die Abdruckmasse mit eingesetzten Originalzähnen.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Zahnprothesen unter Berücksichtigung der anatomischen Gegebenheiten des Patienten werden vorerst die Daten der Neigung der Kiefergelenkbahn und der Bewegung des Unterkiefers des Patienten abgetastet oder ausgemessen. Diese Daten werden in elektronische Impulse umgesetzt. Das vom Patienten abgenommene Unter- und Oberkiefermodell wird z. B. mit einem Digitizer abgetastet oder auf eine andere Art und Weise ausgemessen. Es kann hier auch ein geeignetes elektronisches Meßverfahren eingesetzt werden, wobei ein solches Meßverfahren auch bei der Bestimmung der anatomischen Gegebenheiten des Patienten eingesetzt werden könnte. Mittels einer entsprechenden Software werden die ermittelten Daten für die weitere Verarbeitung aufbereitet.

Anschließend wird in einem PC-gestützten Softwaremodul anhand eines speziellen Rechenmoduls die "optimale" Stellung der Zähne in der Zahnprothese ermittelt, wobei dann diese Daten als X-, Y- und Z-Daten ausgegeben werden. Mittels einer numerisch gesteuerten Bearbeitungs- und/oder Montagevorrichtung und/oder Zuführanordnung werden das Unter- und/oder Oberkiefermodell und/oder die Zähne in eine optimale gegenseitige Stellung gebracht und miteinander verbunden oder aber für eine folgende exakte Montage der Zähne am Unter- und/oder Oberkiefermodell vorbereitet. Dieses Softwaremodul kann stets in Updates den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen angepaßt werden, so daß immer der aktuellste Stand der Technik in der Zahnmedizin eingehalten werden kann.

In den Zeichnungen ist ein Beispiel unter Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, nach welchem eine Bearbeitung der Zähne und des Kiefermodells vorgesehen ist. In den Fig. 1 bis 3 sind ein Oberkiefermodell 1 und zwei Zähne 2 und 3 dargestellt. Es ist ersichtlich, daß die Zähne 2, 3 mit Stiften 4 versehen sind, welche die Zähne 2, 3 in einer bestimmten Stellung

(Lage, Neigung, Tiefe usw.) gegenüber dem Oberkiefermodell 1 halten. In einer entsprechenden Halterung 5 sind die Zähne 2, 3 bereits mit Stiften 4 bestückt gehalten, so daß die Zähne nach dem exakten Bohren der Bohrlöcher in dem Oberkiefermodell 1 einfach durch Einstecken in die richtige Lage gebracht werden können. Es ist bereits anhand der Zeichnung ersichtlich, daß eine exakte Anpassung der Lage und Höhe der Zähne 2, 3 an den Patienten notwendig ist, denn unabhängig vom gerade gegebenen Zustand und der Höhe des Kieferkammes bedarf es einer entsprechenden Ausrichtung der Zähne in Anpassung an die anatomischen Gegebenheiten des Patienten.

Das Unter- und/oder Oberkiefermodell 1 und gegebenenfalls auch die Zähne 2, 3 werden mittels einer numerisch gesteuerten Bearbeitungsvorrichtung für eine nachfolgende Handmontage vorbearbeitet. Es ist natürlich auch denkbar, nach dem Bearbeitungsvorgang auch die Montage zu automatisieren.

Das Unter- und/oder Oberkiefermodell 1 und gegebenenfalls auch die Zähne 2, 3 werden mittels der numerisch gesteuerten Bearbeitungsvorrichtung aufgrund der als X-, Y- und Z-Werte vorliegenden Daten vorbearbeitet werden, um den Ort, die Stellung, die Neigung und die Tiefe der Zähne im Kiefermodell festzulegen. Die Verstellmöglichkeiten in den entsprechenden Richtungen sind in Fig. 4 entsprechende mit den Buchstaben X, Y und Z und Richtungspfeilen gekennzeichnet. Als numerisch gesteuerte Bearbeitungsvorrichtung wird gemäß dem in Fig. 4 dargestellten Beispiel ein Bohrautomat 6 eingesetzt, in welchem das Unter- oder Oberkiefermodell 1 und gegebenenfalls auch die Zähne 2, 3 befestigt werden. Für die Zähne 2, 3 kann für die Bearbeitung und auch für die nachfolgende Bearbeitung ein als Zahnhalter 7 wirkender Aufbau vorgesehen werden, wobei sowohl in dem Kiefermodell 1 als auch in den Zähnen 2, 3 Bohrlöcher zur Aufnahme von Stiften 4 hergestellt werden.

Die Bohrlöcher werden zumindest in den Kiefermodellen aufgrund der als X-, Y- und Z-Werte vorliegenden Daten in unterschiedlichen Neigungen und mit unterschiedlicher Tiefe hergestellt werden, wobei der Ort, die Stellung, die Neigung und die Tiefe der Bohrlöcher zusammen mit den einzusetzenden Stiften 4 die optimale Stellung der Zähne 2, 3 am Unter- oder Oberkiefermodell 1 bewirken. Zweckmäßigerweise werden für jeden Zahn wenigstens zwei achsparallele Bohrlöcher gefertigt und jeweils eine entsprechende Anzahl von Stiften eingesetzt. Die Anordnung von jeweils zwei Bohrlöchern und zwei Stiften 4 reicht völlig aus, da dann auch schon eine exakte Ausrichtung in "Achsrichtung" der Zähne 2, 3 erreicht ist.

Es ist verfahrensmäßig am einfachsten, wenn alle Zähne 2, 3 in gleicher Weise vorbearbeitet werden und daß die unterschiedlichen Stellungen, Neigungen, Tiefen usw. durch unterschiedliche Bearbeitung der Unter- oder Oberkiefermodelle 1 geschaffen werden.

Für die Bearbeitungs- und/oder Montagevorrichtung kann eine Steuerungssoftware mit fünf Achsen eingesetzt werden, und zwar drei Achsen X, Y und Z für den Bearbeitungs- bzw. Montage- und zwei Achsen A und B für das Kiefermodell 1. Diese beiden Drehachsen A und B sowie der Halterungsteil 8 für das Kiefermodell 1 sind ebenfalls der Fig. 4 zu entnehmen. Die in den drei Achsen X, Y und Z verstellbare Spindeleinheit 8 des Bohrautomaten 6 ist mit einem entsprechenden Bohrwerkzeug 9 bestückt. Die ganze Bearbeitungs- und Montagevorrichtung ist auf einer Grundplatte 10 mon-

tiert und zweckmäßig mit einem die ganze Vorrichtung umschließenden Gehäuse mit Fensteröffnungen versehen, da es sich hier doch um eine hochpräzise mechanische Vorrichtung handelt.

Für die Anzeige der Daten (Meßdaten; X-, Y- und Z-Daten; Funktionswerte) und für die räumliche Darstellung der vorgesehenen optimalen Stellung der Zähne ist die zusätzliche Anordnung eines Bildschirms vorteilhaft. Natürlich sind Möglichkeiten zum Ausdruck der Daten oder auch zum Ausdruck einer zeichnerisch bildlichen Darstellung der optimalen Stellung der Zähne vorgesehen.

Ein besonderer Verfahrensablauf wird anhand der Fig. 5 bis 7 erläutert. Es kann hier ein Duplikatmodell oder aber in einfacher Weise eine beispielsweise ebene Montageplatte 12 anstelle des Kiefermodells 1 eingesetzt werden. Es können hier auch vorerst Modellzähne 2', 3' eingesetzt werden, welche in sinnvoller Weise bereits mit vorgefertigten Bohrlöchern versehen sind, wenn ein Verfahrensablauf mit den Bohrlöchern und Stiften 4 erfolgt. Es kann dadurch eine teure und arbeitsaufwendige Bearbeitung aller Zähne vermieden werden und außerdem ist man von Fertigungstoleranzen bei den industriell gefertigten Zähnen unabhängig. Es stellt ja ein besonderes Problem dar, alle Originalzähne in exakt gleicher Weise in eine Halterung einzuspannen, um eine exakte Bearbeitung (Herstellung einer Bohrung) durchführen zu können. Es werden hier also die Modellzähne 2', 3' mit den Stiften 4 versehen und entsprechend den vorgegebenen X-, Y- und Z-Daten werden zur Erzielung einer optimalen Stellung eines jeden Zahnes in der Montageplatte 12 Löcher gebohrt, wobei in gleicher Weise wie bei der Erläuterung zu den Fig. 1 bis 3 die Einbohrtiefe, die Neigung des Bohrloches oder auch die Länge der einzusetzenden Stifte 4 Einstellmöglichkeiten für eine exakte Positionierung der Modellzähne 2', 3' sind. Mittels der Stifte 4 erfolgt also eine exakte Positionierung und eine entsprechende Befestigung der Modellzähne 2', 3' an der Montageplatte 12. Anstelle der Stifte könnten im Sinne der Erfindung auch andere Teile oder andere Verfahrensschritte eingesetzt werden. Beispielsweise könnte die Modellzähne auch an der Montageplatte angeklebt oder mit einer Abgußmasse befestigt werden. Daher kann auch die Montageplatte eben ausgeführt oder aber mit entsprechenden Erhebungen oder Vertiefungen versehen werden.

Wenn nun also die Modellzähne 2', 3' in ihrer Position fest gehalten sind, wird beispielsweise mit einem in der Zahntechnik üblichen Abdrucklöffel 13 eine Abdruckmasse 14 auf die gesamte Zahnreihe oder entsprechend auf einen einzelnen Zahn aufgedrückt. Nach dem Erhärten der Abdruckmasse 14 werden die Modellzähne 2', 3' aus der Abdruckmasse 14 herausgezogen bzw. der Abdrucklöffel 13 samt der Abdruckmasse wird von der mit den Modellzähnen 2', 3' bestückten Montageplatte 12 abgehoben. Durch die Abdruckmasse 14 wird nun sozusagen ein Negativ der Zahnreihe geschaffen, so daß nur noch die endgültigen Originalzähne 2, 3 in die vorgeformten Öffnungen eingedrückt werden müssen. Die aufeinanderfolgenden Originalzähne 2, 3 haben dann schon die exakt richtige Position, wobei hier dann auch in einem üblichen Rahmen liegende Toleranzabweichungen keine Rolle spielen, da die Abdruckmasse 14 aus einem zumindest übliche Toleranzabweichungen zulassenden elastischem Material besteht.

Die in der Abdruckmasse 14 eingesteckten Originalzähne 2, 3 werden sodann in eine entsprechende Position zu einem Kiefermodell 1 bzw. einer darüber geleg-

ten Basisplatte gebracht, so daß dann die Zähne mit Wachs oder einem geeigneten Kunststoff fest oder vorübergehend fest mit der Basisplatte und natürlich auch die Zähne der Zahnreihe gegenseitig verbunden werden können.

Das Aufstellen und Einstecken der Modellzähne 2', 3' in die Montageplatte kann mittels einer entsprechend gesteuerten Montagevorrichtung oder aber von Hand aufgrund der vorhandenen Datenangaben erfolgen. Es kann ja auch bei einer nachfolgenden Handmontage keine Abweichung von der optimalen Stellung der Zähne geben, da die Bohrlöcher exakt vorbereitet sind und die Länge der Stifte 4 vorgeschrieben wird.

Die endgültige Anpassung bzw. die Verbindung der Zähne mit der Basisplatte in Anpassung an das Kiefermodell kann in der Bearbeitungs- und Montagevorrichtung gemäß Fig. 4 oder aber in einem Artikulator oder einem artikulatorähnlichen Gerät stattfinden.

Ob und mit welchen Mitteln gegebenenfalls die Stifte 4 in den Bohrlöchern — eventuell auch nur in den Zähnen 2, 3 — zusätzlich verklebt oder auf sonstige Art unverschieblich festgehalten werden, soll nicht näher erläutert werden, da dem Fachmann hier mannigfache Möglichkeiten offenstehen.

Im Rahmen der Erfindung können auch andere Varianten als Bohrlöcher und Stifte 4 eingesetzt werden. So wäre es auch denkbar, die Zähne 2, 3 an ihren einzubettenden Enden 11 mit einem oder mit mehreren, für die Montage bis in die Kiefermodelle 1 reichenden Zapfen od. dgl. auszustatten und an den Kiefermodellen 1 dann die entsprechenden Öffnungen herzustellen. Weiters könnten auch entsprechende Stege oder Rippen vorgesehen werden, gegebenenfalls in einer Art Kreuzschlitzform, wobei dann am Kiefermodell 1 korrespondierende Öffnungen, Nuten od. dgl. vorgesehen werden. Bei solchen Anordnungen, welche in axialer Richtung nur ein kurzes Ineinandergreifen bewirken, könnte es notwendig sein, daß die Zähne 2, 3 beispielsweise durch Verkleben zumindest vorübergehend mit dem Kiefermodell 1 verbunden werden.

Es wäre aber auch denkbar, keine Vorbearbeitung durchzuführen und die Zähne 2, 3 ohne Stifte 4 oder sonstige vorstehende Verbindungsteile auszubilden und durch eine Art Roboter als Montagevorrichtung die Zähne an die richtige Stelle am Kiefermodell setzen zu lassen. Es können dann beispielsweise die Zähne in dem Roboter raumkoordinatenbezogen gegenüber dem z. B. als Gipsmodell ausgeführten Kiefermodell gehalten werden, bis die Kunststoffmasse für die sichere und endgültige Halterung der Zähne sorgt. In diesem Zusammenhang können verschiedenste Montagevorrichtungen und/oder Zuführanordnungen vorgesehen werden, welche die Zähne einzeln oder gesamthaft ihrer Lage entsprechend den X-, Y- und Z-Daten zuführen und/oder halten. Die Zähne 2, 3 werden dann also im freien Raum mit entsprechendem Abstand vom Kiefermodell 1 fixiert gehalten, wobei an sich das bisher übliche Wachs für eine nachfolgende Anprobe der Prothese beim Patienten eingebracht werden könnte. Nachdem aber die Zähne aufgrund der ermittelten und errechneten Daten bereits in der optimalen Stellung gehalten werden, kann gleich die die Zähne endgültig haltende und fixierende Kunststoffmasse, welche ja Teil der endgültigen Prothese ist, eingebracht werden.

Für die Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind mehrere Vorrichtungen erforderlich, mit der die einzelnen Verfahrensschritte abgedeckt werden können. Mit einem ersten Gerät wird die Kiefergelenks-

bahnneigung und die Bewegung des Unterkiefers des Patienten gemessen, der die Prothese erhalten soll. Dieses Gerät tastet die anatomischen Eigenheiten ab und setzt die Daten in elektronische Impulse um. Damit in Verbindung steht ein Softwaremodul, welches diese Impulse speichert und für die elektronische Weiterverarbeitung aufbereitet. Ein weiteres Gerät, zweckmäßig ein Digitizer, sorgt für das Abtasten des Unter- und Oberkiefermodells. Eine zugehörige Software bereitet die ermittelten Daten für die weitere Verarbeitung auf. In einem PC-gestützten Softwaremodul wird anhand eines Rechenmodells die "optimale" Stellung der Zähne in der Prothese ermittelt. Diese Daten werden als X-, Y- und Z-Werte ausgegeben. Das Softwaremodul errechnet den optimalen Ort, an dem der betreffende Zahn aufgestellt werden soll, die Höhe des Zahnes sowie den Aufstellwinkel. Das Rechenmodell berücksichtigt die jeweils modernsten Erkenntnisse der Zahnmedizin über Kieferrelation, Kaubewegung und Zahnstellung und kann laufend den neuesten technischen und medizinischen Erkenntnissen angepaßt werden. Es liefert zudem Ergebnisse, welche unabhängig vom Ausbildungsstand und methodischen Präferenzen des jeweiligen Zahn-
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
 60
 65

technikerns objektivierbar und jederzeit reproduzierbar sind. Schließlich werden dann gemäß dem gezeigten Beispiel in einem numerisch gesteuerten Bohrautomaten sowohl das als Gipsmodell ausgestaltete Kiefermodell oder ein Duplikatmodell aus beliebigem Material als auch die Zähne, welche in der Prothese befestigt werden sollen oder entsprechende Modellzähne, eingespannt. Sodann werden Bohrlöcher für die Aufnahme der Stifte im Kiefermodell, im Duplikatmodell oder in der Montageplatte sowie in den einzelnen Zähnen hergestellt oder es werden beispielsweise bereits vorgebohrte Modellzähne eingesetzt. Die Platzierung der Bohrlöcher im Kiefermodell, im Duplikatmodell, in der Montageplatte od. dgl. bestimmt den Aufstellort des Zahnes, die Tiefe der Bohrung sowie die Länge des eingesetzten Stiftes bestimmen die Höhe und der Bohrwinkel im Kiefermodell, im Duplikatmodell, in der Montageplatte od. dgl. ergibt die spätere Neigung des Zahnes.

Ob nun direkt die Zähne eingesetzt werden oder aber das Herstellungsverfahren über den vorherigen Einsatz von Modellzähnen geführt wird, ergibt sich immer eine gleichbleibende Qualität der fertigen Prothese nach dem letzten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse. Beim Einsatz von Stiften ergeben sich erfindungsgemäß ebenfalls eine Reihe von Möglichkeiten. In der Regel werden die Stifte als Stäbe mit kreisförmigem Querschnitt ausgeführt sein. Es ist aber auch denkbar, Stifte mit anderer Querschnittsform, z. B. quadratisch bzw. drei- oder mehreckig bzw. elliptisch, vorzusehen. Es könnten dann auch bei anderer als kreisförmiger Querschnittsform zylindrische Bohrlöcher hergestellt werden. Mit entsprechender Toleranz der Bohrung können die Eckbereiche der Stifte in die Bohrungswandung formschlüssig einpressen, so daß u. U. auch ein einziger Stift für jeden Zahn ausreichen würde, wenn dadurch schon die Verdrehbarkeit gewährleistet ist. Mittels eines entsprechenden Fräasers oder eines anderen Werkzeuges kann aber auch ein im Querschnitt andersförmiges "Bohrloch" hergestellt werden, um die mehreckigen oder ovalen Stifte einsetzen zu können. Für die Stifte können die geeigneten Materialien eingesetzt werden. So ist es denkbar, hier Stahl, insbesondere rostfreien Stahl, Aluminium, Messing oder andere Metalle, aber auch Kunststoffe, z. B. faserverstärkte Kunststoffe ein-

zusetzen.

Mit der maschinellen Abnahme der Bestimmungsdaten im Kiefer über die modellhafte Umsetzung in einem Rechenprogramm bis zur elektronisch gesteuerten Herstellung des Zahnersatzes in einem geschlossenen Datensystem wird die Zahnprothetik von den vielen individuellen Einflußfaktoren unabhängig, welche die Qualität eines Zahnersatzes derzeit noch maßgeblich beeinflussen.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich sowohl für die Teil- als auch die Totalprothetik einsetzen und wirkt sich auch vorteilhaft bei der Kieferregulierung bei Kindern aus, da hier beispielsweise im fast umgekehrten Sinne die Idealstellung der Zähne feststellbar ist und die Regulierung solange durchgeführt wird, bis sich die Stellung der Zähne einer Idealstellung beim entsprechenden Patienten nähert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Zahnprothesen unter Berücksichtigung der anatomischen Gegebenheiten des Patienten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Daten der Neigung der Kiefergelenkbahn und der Bewegung des Unterkiefers des Patienten abgetastet oder ausgemessen und erfaßt sowie in elektronische Impulse umgesetzt werden, daß ein Unter- und ein Oberkiefermodell abgetastet oder ausgemessen und mittels einer zugehörigen Software die ermittelten Daten für die weitere Verarbeitung aufbereitet werden, daß anschließend in einem PC-gestützten Softwaremodul anhand eines Rechenmoduls die "optimale" Stellung der Zähne in der Zahnprothese ermittelt und diese Daten als X-, Y- und Z-Daten ausgegeben werden, und daß dann mittels einer numerisch gesteuerten Bearbeitungs- und/oder Montagevorrichtung (6) und/oder Zuführanordnung das Unter- und/oder Oberkiefermodell (1), ein Duplikatmodell, eine Montageplatte (12) od. dgl. und/oder die Zähne (2, 3, 2', 3') in eine optimale gegenseitige Stellung gebracht und die Zähne (2, 3, 2', 3') miteinander und/oder die Zähne (2, 3, 2', 3') mit dem Unter- und/oder Oberkiefermodell (1), dem Duplikatmodell, der Montageplatte (12) od. dgl. verbunden werden oder für eine folgende exakte Montage der Zähne (2, 3) am Unter- und/oder Oberkiefermodell (1) vorbearbeitet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Zähne (2, 3) vorerst Modellzähne (2', 3') verwendet und anhand der X-, Y- und Z-Daten in eine für die endgültige Lage gegeneinander ausgerichtete Stellung gebracht und an einem Duplikatmodell, einer Montageplatte (12) od. dgl. befestigt werden, daß anschließend eine Abdruckmasse (14) auf die gesamte Zahnreihe der Modellzähne (2', 3') aufgesetzt wird und erhärtet wird, daß daraufhin die lagegerecht positionierten Modellzähne (2', 3') aus der Abdruckmasse (14) herausgezogen und die endgültigen Originalzähne (2, 3) in die geformte Abdruckmasse (14) eingedrückt werden, worauf dann die Zähne (2, 3) an einer Basisplatte mittels Wachs, Kunststoff od. dgl. fest bzw. vorübergehend fest verbunden werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Unter- und/oder Oberkiefermodell (1), ein Duplikatmodell, eine Montageplatte (12) od. dgl. und gegebenenfalls die Zähne (2, 3) mittels einer numerisch gesteuerten Bearbeitungs-

vorrichtung (6) für eine nachfolgende Handmontage vorbereitet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Unter- und/oder Oberkiefermodell (1), das Duplikatmodell, eine Montageplatte (12) od. dgl. und gegebenenfalls die Zähne (2, 3) mittels der numerisch gesteuerten Bearbeitungsvorrichtung (6) aufgrund der als X-, Y- und Z-Werte vorliegenden Daten vorbereitet werden, um den Ort, die Stellung, die Neigung und die Tiefe der Zähne (2, 3) gegenüber dem Kiefermodell (1) festzulegen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als numerisch gesteuerte Bearbeitungsvorrichtung (6) ein Bohrautomat eingesetzt ist, in welchem das Unter- oder Oberkiefermodell (1), ein Duplikatmodell, eine Montageplatte (12) od. dgl. und gegebenenfalls auch die Zähne (2, 3) befestigt werden, wobei sowohl in dem Kiefermodell (1), dem Duplikatmodell, der Montageplatte (12) od. dgl. und gegebenenfalls auch in den Zähnen (2, 3) Bohrlöcher zur Aufnahme von Stiften (4) hergestellt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Zähne bereits mit Bohrlöchern versehene Modellzähne (2', 3') eingesetzt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrlöcher zumindest in den Kiefermodellen (1), in den Duplikatmodellen, in den Montageplatten (12) od. dgl. aufgrund der als X-, Y- und Z-Werte vorliegenden Daten in unterschiedlichen Neigungen und mit unterschiedlicher Tiefe hergestellt werden, wobei der Ort, die Stellung, die Neigung und die Tiefe der Bohrlöcher zusammen mit den einzusetzenden Stiften die optimale gegenseitige Stellung der Zähne (2, 3) und eine optimale Stellung gegenüber dem endgültigen Unter- oder Oberkiefermodell (1) bewirken.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Zahn (2, 3) bzw. für jeden Modellzahn (2', 3') wenigstens zwei achsparallele Bohrlöcher gefertigt bzw. vorgefertigt und jeweils eine entsprechende Anzahl von Stiften (4) eingesetzt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bearbeitungs- und/oder Montagevorrichtung (6) und/oder die Zuführanordnung eine Steuerungssoftware für fünf Achsen eingesetzt wird, und zwar drei Achsen (X, Y, Z) für die Bearbeitungs- bzw. Montagevorrichtung bzw. für die Zuführanordnung und zwei Achsen (A, B) für das Kiefermodell (1), das Duplikatmodell, die Montageplatte (12) od. dgl.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne (2, 3) an ihren einzubettenden Enden (11) mit einem oder mit mehreren, für die Montage bis in die Kiefermodelle (1), Duplikatmodelle, Montageplatten (12) od. dgl. reichenden Zapfen od. dgl. ausgestattet und an den Kiefermodellen (1), Duplikatmodellen, Montageplatten (12) od. dgl. die entsprechenden Öffnungen hergestellt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1 und einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne (2, 3) einzeln oder gesamthaft in einer Montagevorrichtung und/oder Zuführanordnung in ihrer Lage entsprechend den X-, Y- und Z-Daten zugeführt oder gehalten werden und ein-

zeln oder gesamthaft im freien Raum mit Abstand vom Unter- oder Oberkiefermodell (1) fixiert werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die einzeln oder gesamthaft im freien Raum mit Abstand vom Unter- und/oder Oberkiefermodell (1) fixierten Zähne (2, 3) und das Kiefermodell (1) eine sicher und vorzugsweise endgültig die Zähne haltende Kunststoffmasse eingebracht wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 2

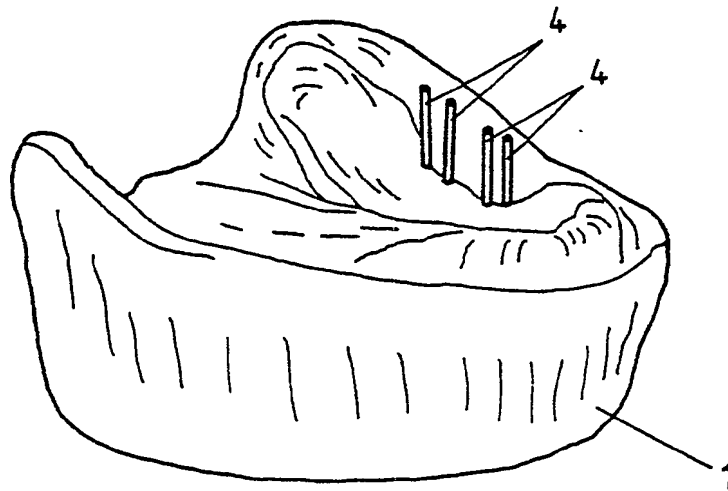


Fig. 1

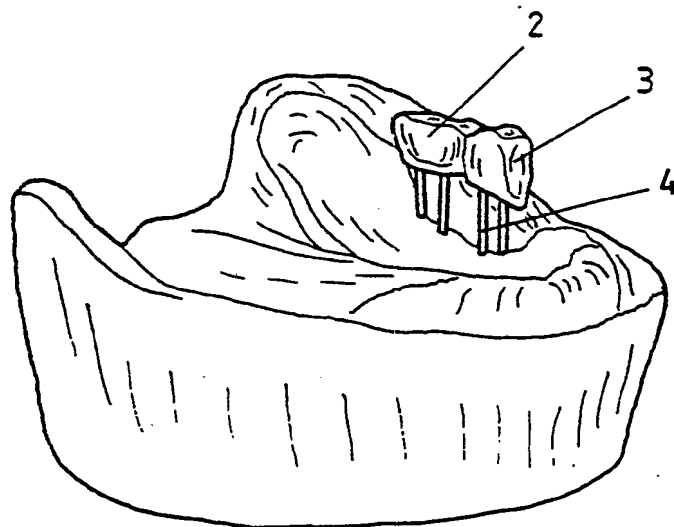


Fig. 3

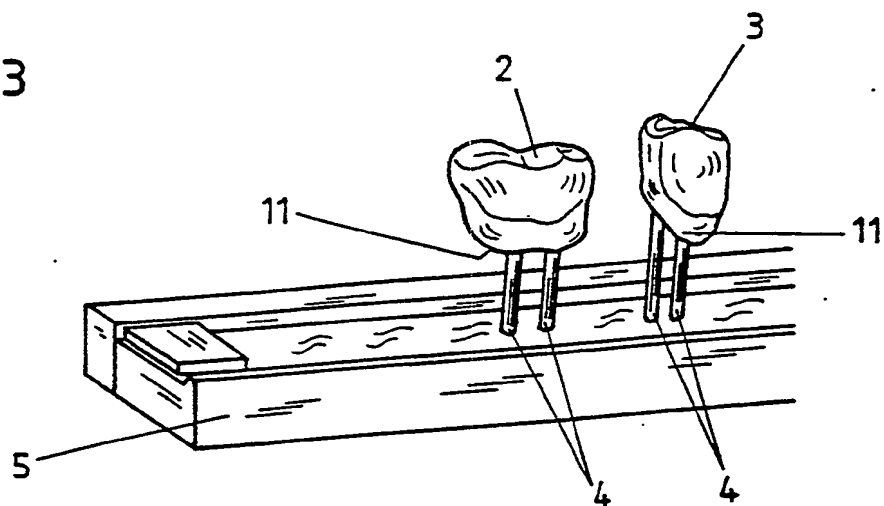


Fig. 4

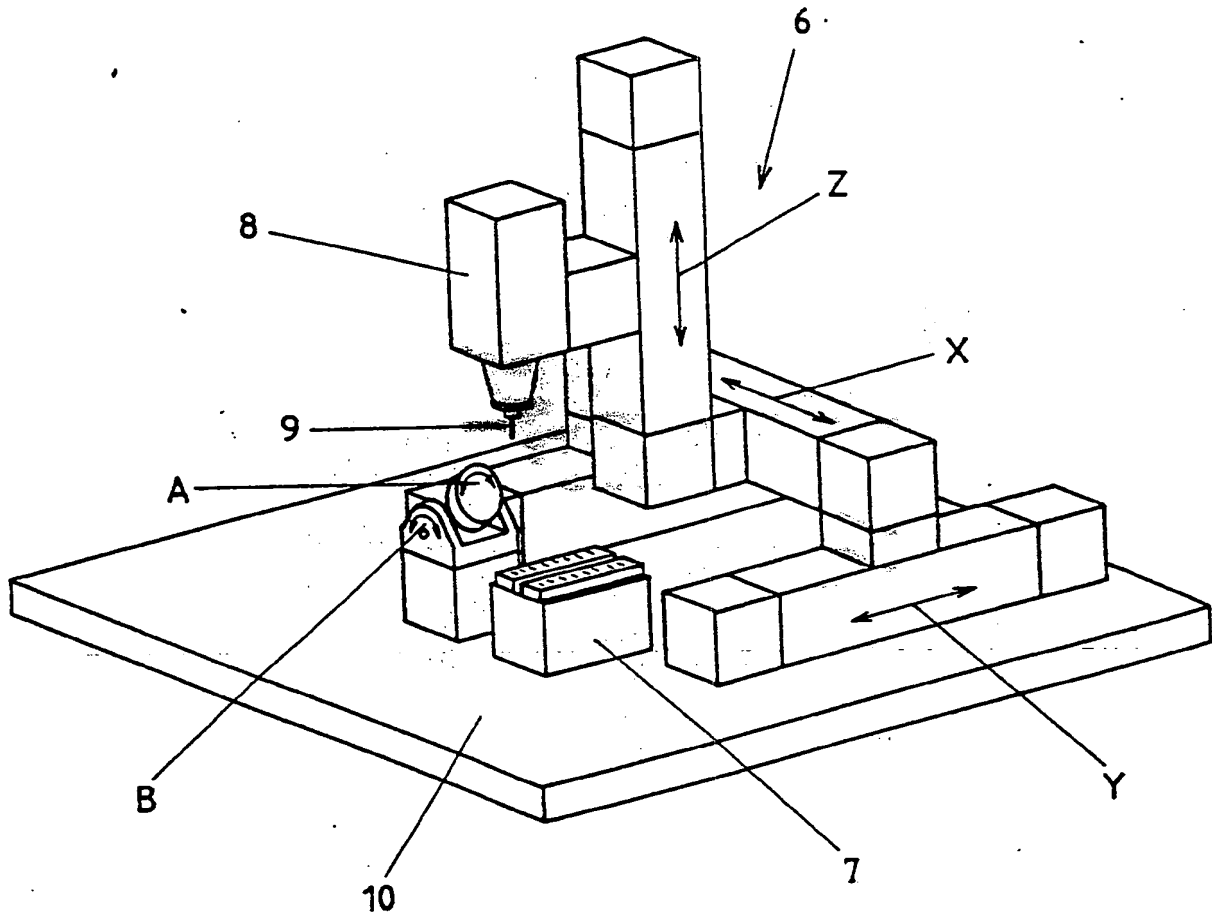


Fig. 5

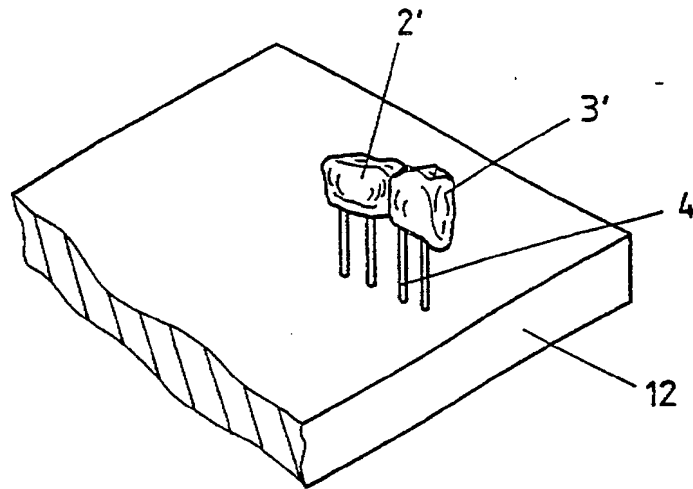


Fig. 6

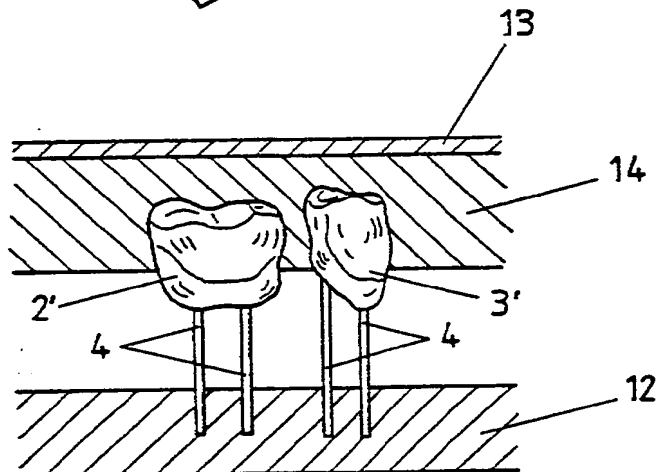


Fig. 7

